

**MANUFACTURE OF IRON CORE FOR CYLINDRICAL COIL**

Patent Number: JP10163051  
Publication date: 1998-06-19  
Inventor(s): KURIYAMA KIYOSHI; FURUYA TAKAYOSHI  
Applicant(s): HIROHATA DENJIKOU CENTER KK;; YASUKAWA SEIKI KK  
Requested Patent: ☐ JP10163051  
Application Number: JP19970137017 19970527  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01F41/02; B21D28/02  
EC Classification:  
Equivalents: JP2919434B2

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve charging efficiency of an iron core in the inside of a cylindrical body.

**SOLUTION:** In a method for manufacturing an iron core for a cylindrical coil by laminating a plurality of independent plates formed by punching out a band steel 20 sent in one direction, in forming the veneer, a pair of punching mechanisms 14 and 15 punch out facing side edges while they are made to approach/separate successively in a width direction of the band steel 20. Following the increase and decrease of the distance between the punching mechanisms 14 and 15, the width of the formed independent plates inlets gradually vary, thereby charging efficiency of the iron core in a cylindrical body can be improved.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-163051

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月19日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 F 41/02

B 2 1 D 28/02

識別記号

F I

H 0 1 F 41/02

B 2 1 D 28/02

B

D

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-137017

(22) 出願日 平成9年(1997) 5月27日

(31) 優先権主張番号 特願平8-260804

(32) 優先日 平8(1996)10月1日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 391034466

広畑電磁鋼センター株式会社

兵庫県姫路市飾磨区入船町6-4

(71) 出願人 596142649

安川精機株式会社

福岡県北九州市小倉北区大手町12番1号

(72) 発明者 栗山 潔

姫路市飾磨区下野田116番地の27

(72) 発明者 古谷 隆喜

福岡県築上郡築城町大字下深野268番地の2

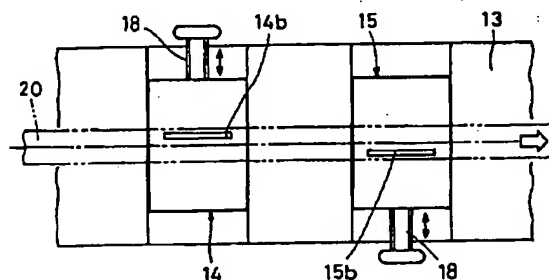
(74) 代理人 弁理士 鎌田 文二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 円筒コイル用鉄芯の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 円筒体の内側における鉄芯の充填効率を高める。

【解決手段】 一方向へ送られる帯鋼20を打ち抜いて形成した複数の単板を積層することにより円筒コイル用の鉄芯を製造する方法において、前記単板の形成に際し、対の打抜機構14、15を帯鋼20の幅方向に順次接近・離反させつつ対向する側縁を打ち抜く。両打抜機構14、15間の距離の増減に伴い、形成される単板の幅が順次変化するので、プレス装置にステージを追加することなく、円筒体の内側における鉄芯の充填効率を高めることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一方向へ送られる帯鋼を打ち抜いて形成した複数の単板を積層することにより円筒コイル用の鉄芯を製造する方法において、

前記単板の形成に際し、対の打抜機構を帯鋼の幅方向に順次接近・離反させつつ対向する側縁を打ち抜くことを特徴とする円筒コイル用鉄芯の製造方法。

【請求項2】 一方向へ送られる帯鋼を打ち抜いて形成した複数の単板を積層することにより円筒コイル用の鉄芯を製造する方法において、

前記下層部及び上層部の単板の形成に際し、対の打抜機構を帯鋼の幅方向に順次接近・離反させつつ対向する側縁を打ち抜き、中層部の単板の形成に際し、単板の外周に対応する矩形のパンチを備えた打抜押下機構により全周縁を同時に打ち抜くことを特徴とする円筒コイル用鉄芯の製造方法。

【請求項3】 前記単板の積層に際し、単板の両端縁に形成した凹部を上下方向の突条に係合させることにより、積み重ねられた単板相互のずれを防止することを中心とする請求項1又は2に記載の円筒コイル用鉄芯の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、円筒コイルに内挿される鉄芯の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、自動車エンジンの点火装置は、図11に示すように、バッテリー31、トランス32、ディストリビュータ33、点火プラグ34及びブレーカ36から構成されている。トランス32は1次コイル32a及び2次コイル32bを有し、1次コイル32aの一端はバッテリー31に、2次コイル32bの一端はディストリビュータ33を介して点火プラグ34に接続され、両コイル32a、32bの他端はコンデンサ35及びブレーカ36に接続されている。

【0003】この点火装置では、ブレーカ36を開閉すると、両コイル32a、32b間の相互誘導作用により2次コイル32bに高電圧が生じ、この電流により点火プラグ34に火花が発生する。

【0004】トランス32は、1次コイル32a及び2次コイル32bを図12に示すような円筒体38の周囲に巻回し、円筒体38に鉄芯37を内挿したものである。鉄芯37は短冊形の電磁鋼から成る単板39を積層して形成され、その断面形状は略正方形となっている。

【0005】ところで、上記点火装置では、ディストリビュータ33やディストリビュータ33と点火プラグ34を接続する高圧コードの故障発生率が高いため、これらを省略し、トランスに直接点火プラグを接続する試みがなされている。

【0006】この場合、鉄芯の容量を確保しつつ、ドラ

ンスの外径を点火プラグと略同一程度にまで縮小しなければならないため、円筒体の内側における鉄芯の充填効率を高める必要がある。

【0007】この充填効率を高めるには、幅の異なる複数種の単板を積層して鉄芯を形成するとよい。図13及び図14はその一例を示したものであり、円筒体44に内挿された鉄芯40は3種類の単板41、42、43を5段に積層して形成されている。鉄芯40の1段目及び5段目は単板41が4枚、2段目及び4段目は単板42が5枚、3段目は単板43が12枚それぞれ重ね合わされたものである。

【0008】いま、上記鉄芯40を製造する方法を図15に基づいて説明する。図示のように、帯鋼50は予め各分割範囲51毎に形成された案内孔52を有し、X方向へ間欠的に送られる。一方、帯鋼50を加工するプレス装置には、分割範囲51に対応して、第1ステージA<sub>2</sub>、第2ステージB<sub>2</sub>、第3ステージC<sub>2</sub>及び第4ステージD<sub>2</sub>が設けられている。

【0009】第1ステージA<sub>2</sub>では、帯鋼50の幅方向に配列された一対の矩形領域53、53を打ち抜く。矩形領域53、53の離間距離は図13に示す単板41の幅に相当する。

【0010】第2ステージB<sub>2</sub>では、帯鋼50の幅方向に配列された一対の矩形領域54、54を打ち抜く。矩形領域54、54の離間距離は図13に示す単板42の幅に相当する。

【0011】第3ステージC<sub>2</sub>では、帯鋼50を表面から押圧して突起55を形成し、各鉄芯40の初回の加工時のみ打ち抜いて貫孔（図示せず）を形成する。

【0012】第4ステージD<sub>2</sub>では、対向する矩形領域53、53間又は54、54間において矩形領域56を打ち抜くと共に、この打抜により形成された単板41、42、43を押し下げて突起55相互の圧入嵌合により一体化する。矩形領域56は図13に示す単板43に相当する。

【0013】鉄芯40の製造に際しては、まず、第1ステージA<sub>2</sub>、第3ステージC<sub>2</sub>及び第4ステージD<sub>2</sub>で加工する工程を繰り返して1段目を形成する。次に、第2ステージB<sub>2</sub>、第3ステージC<sub>2</sub>及び第4ステージD<sub>2</sub>で加工する工程を繰り返して2段目を形成する。続いて、第3ステージC<sub>2</sub>及び第4ステージD<sub>2</sub>で加工する工程を繰り返して3段目を形成する。以後、2段目と同様に4段目を、1段目と同様に5段目を形成すると、鉄芯40が完成する。鉄芯40同士は、貫孔の介在により分離される。

## 【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例では、充填効率が約84%に留まっており、さらに充填効率を高めるため鉄芯40を多段化しようとする

と、打抜ステージの追加が必要となり、プレス装置が大

型化すると共に、制御系が複雑化するという問題があった。

【0015】そこで、この発明は、コイルを巻回する円筒体の内側における鉄芯の充填効率を容易に高めることができる鉄芯の製造方法を提供しようとするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、この発明は、一方向へ送られる帯鋼を打ち抜いて形成した複数の単板を積層することにより円筒コイル用の鉄芯を製造する方法において、前記単板の形成に際し、対の打抜機構を帯鋼の幅方向に順次接近・離反させつつ対向する側縁を打ち抜くこととしたのである。

【0017】この製造方法では、両打抜機構間の距離の増減に伴い、形成される単板の幅が順次変化するので、プレス装置にステージを追加することなく、円筒体の内側における鉄芯の充填効率を高めることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は、この発明に係る方法により製造された円筒コイルの断面形状を示す。この円筒コイルにおいて、鉄芯1は円筒体2に内挿され、それぞれ複数枚の単板が積層された下層部A、中層部B及び上層部Cから成る。上層部C及び下層部Aは、中層部Bとの境界から上下へ向けて順次幅が狭くなっている。この場合、円筒体2の内径は9.7mm、鉄芯1は板厚0.3mmの単板が30枚積層されたものとする。

【0019】上記鉄芯1を製造するプレス装置の概要を図2乃至図4に基づいて説明する。このプレス装置は、昇降棒10の下方に基台11を設け、昇降棒10の下面にパンチプレート12を、基台11の上面にダイプレート13をそれぞれ取り付け付けた構成とされている。

【0020】また、上記プレス装置には、帯鋼20の分割範囲21に対応して、第1ステージA<sub>1</sub>、第2ステージB<sub>1</sub>、第3ステージC<sub>1</sub>及び第4ステージD<sub>1</sub>が設けられており、第1ステージA<sub>1</sub>及び第2ステージB<sub>1</sub>には打抜機構14、15が、第3ステージC<sub>1</sub>には押圧打抜機構16が、第4ステージD<sub>1</sub>には打抜押下機構17がそれぞれ装備されている。

【0021】打抜機構14はパンチ14a及びダイ14bから成り、これらはパンチプレート12及びダイプレート13との間に介在するボールねじ18により、帯鋼20の幅方向に移動可能となっている。この打抜機構14では、昇降棒10の下降に伴い、矩形領域23を打ち抜く。

【0022】打抜機構15はパンチ15a及びダイ15bから成り、これらもまた上記打抜機構14と同様の構成により、帯鋼20の幅方向に移動可能となっている。この打抜機構15では、昇降棒10の下降に伴い、矩形領域24を打ち抜く。

【0023】打抜機構14、15の移動手段としては、

昇降棒10が上死点側の無負荷状態にある間に所定の位置まで確実に移動できるものであれば、サーボモータ式、油圧式及びカム式等のいずれの方式を採用してもよい。

【0024】押圧打抜機構16は、パンチ16aとポンチ16bとを備えており、パンチ16aからのポンチ16bの突出量が調整可能となっている。ポンチ16bの突出量を小さく抑制して昇降棒10を下降させると、帯鋼20は表面から押圧されて突起25が形成され、ポンチ16bを大きく突出させて昇降棒10を下降させると、帯鋼20は打ち抜かれて貫孔25aが形成される(図8参照)。この貫孔は、各鉄芯1における初回の加工時のみ形成する。

【0025】打抜押下機構17は、パンチ17a、ダイ17b及び保持リング17cを有し、矩形領域26を打ち抜くと共に、この打抜により形成された単板を押下げて突起25相互の圧入嵌合により一体化する。打抜押下機構17の下方には鉄芯の受台19a及び払出し装置19bが設けられている。

【0026】このようなプレス装置により鉄芯1を製造するには、帯鋼20に予め各分割範囲21毎に案内孔22を形成し、この帯鋼20をX方向へ間欠的に送りつつ、まず、第1ステージA<sub>1</sub>乃至第4ステージD<sub>1</sub>で加工する工程を、一工程毎に打抜機構14、15を帯鋼20の中央線から順次離反させて繰り返す、下層部Aを形成する。

【0027】次いで、打抜機構14、15を最大幅に保持し、第1ステージA<sub>1</sub>乃至第4ステージD<sub>1</sub>で加工する工程を繰り返す、中層部Bを形成する。

【0028】そして、第1ステージA<sub>1</sub>乃至第4ステージD<sub>1</sub>で加工する工程を、一工程毎に打抜機構14、15を帯鋼20の両側部から順次接近させて繰り返す、上層部Cを形成すると、鉄芯1が完成する。

【0029】完成した鉄芯1同士は、貫孔25aの介在により分離され、保持リング17c内を下降して、下方のものから順次受台19aに受け取られる。受台19a上の鉄芯1が保持リング17cから抜け出すと、受台19aが下降し、この鉄芯1は払出し装置19bにより払い出される。

【0030】なお、図5に示すように、打抜機構14、15にパンチ14a、15aの昇降機構60を設けてもよい。この昇降機構60は、昇降棒10に設けたスライダ61の下面に凹所62を形成し、パンチ14a、15aとスライダ61との間に昇降体63を介在させると共に、スプリング64によりパンチ14a、15aに上昇力を付与し、スライダ61のスライドに伴い昇降体63の上部を凹所62に係脱させてパンチ14a、15aを昇降させるものである。ここで、パンチ14a、15aの上面は、打抜機構14、15が移動しても昇降体63の下面から逸脱しないようになっている。

【0031】このような打抜機構14、15を備えたプレス装置では、中層部Bの形成に際し、パンチ14a、15aを矩形領域23、24が打ち抜かれないように昇降機構60により上昇させておき、図6に示すように、第1ステージA<sub>1</sub>及び第2ステージB<sub>1</sub>では加工を行わず、第3ステージC<sub>1</sub>及び第4ステージD<sub>1</sub>で加工する工程のみを繰り返す。

【0032】この場合、最大幅の単板を矩形領域23、24を打ち抜くことなく形成するので、打抜機構14、15に昇降機構60のないプレス装置による加工に比べて、幅の狭い帯鋼20を使用することができる。このため、スクラップが減り、歩留りが向上する。

【0033】また、パンチ14a、15a、17aにも幅の狭いものを使用できるが、図7に示すように、パンチ14a、15aの幅wは、パンチ17aの打抜による矩形領域23、24の外側縁のヒゲの発生を防ぐため、鉄芯1における単板の最大幅y、最小幅zとしたとき、 $w > (y - z) / 2 + 0.1 \text{ mm}$ とする必要がある。

【0034】ところで、図8に示すように、打抜押下機構17において、完成した鉄芯1の上面に載置された最小幅の単板は、上記のように、貫孔25aの存在により、下方の鉄芯1には係止されない。従って、この単板は、突起25を有する次の単板が押し下げられてくるまでの間に幅方向に動いてしまう恐れがある。これを防ぐためには、図9に示すように、単板の両端縁に凹部27を形成し、この凹部27をダイ17bに形成した上下方向の突条17dに係合させるとよい。凹部27の深さは、0.03mm以上で磁化特性の劣化をもたらさない程度とする。

【0035】また、図10に示すように、受台19aは上昇方向に付勢されて鉄芯1を支持しているが、最下部の鉄芯1の払出しのために受台19aが下降すると、保持リング17cにおける鉄芯1の保持力が低下し、突起25の嵌合不良が発生する恐れがある。一方、パンチ17aの上昇時には、受台19aの押上力により鉄芯1が浮上することがある。そこで、保持リング17cの幅を鉄芯1の最大幅よりも若干小さくして中層部Bを保持リング17cの内壁に圧接させ、鉄芯1に側圧力を付与することにより、鉄芯1を拘束し、突起25の嵌合不良の発生及び鉄芯1の浮上を防止する。なお、この側圧力により最大幅の単板が曲がらないようにするため、中層部Bの積層圧は2.0mm以上とする必要がある。

【0036】このように製造した鉄芯1は、円筒体2の内面積に対し、約93%の充填効率を得ることができる。

【0037】また、この製造方法では、打抜機構14、15に、帯鋼20の幅方向に配列された複数のパンチ14a、15a及びダイ14b、15bを設けることにより、多列採りを容易に行うことができる。

【0038】なお、上記各実施形態では、突起相互の圧

入嵌合により積層された単板を一体化する方法を説明したが、この一体化方法として、溶接加工法、接着剤加工法を採用することも可能である。

#### 【0039】

【発明の効果】この発明によると、以上のように、一方へ送られる帯鋼を打ち抜いて形成した複数の単板を積層することにより円筒コイル用の鉄芯を製造する方法において、前記単板の形成に際し、対の打抜機構を帯鋼の幅方向に順次接近・離反させつつ対向する側縁を打ち抜くこととしたので、両打抜機構間の距離の増減に伴い、形成される単板の幅が順次変化し、プレス装置にステージを追加することなく、円筒体の内側における鉄芯の充填効率を高めることができる。

【0040】また、下層部及び上層部の単板の形成に際し、対の打抜機構を帯鋼の幅方向に順次接近・離反させつつ対向する側縁を打ち抜き、中層部の単板の形成に際し、単板の外周に対応する矩形のパンチを備えた打抜押下機構により全周縁を同時に打ち抜くこととすると、全ての単板を可動式の打抜機構で打ち抜く場合よりも幅の狭い帯鋼を使用することができるので、歩留りが向上する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係る方法により製造された円筒コイルの断面図

【図2】同上の製造方法において使用するプレス装置の概略正面図

【図3】同上の打抜機構のダイ側概略平面図

【図4】同上のプレス装置による帯鋼加工状態を示す図

【図5】同上の打抜機構の他例を示す縦断側面図

【図6】同上の打抜機構を使用した中層部の単板の加工状態を示す図

【図7】同上のパンチ幅の説明図

【図8】(a)は同上の打抜押下機構における単板積層状態を示す側面図

(b)は同上の単板のずれた状態を示す一部拡大図

【図9】(a)は同上の凹部を有する単板の平面図

(b)は同上の側面図

【図10】同上の保持リングによる鉄芯保持状態を示す側面図

【図11】自動車エンジンの点火装置の概略図

【図12】従来の円筒コイルの一例を示す断面図

【図13】従来の円筒コイルの他例を示す断面図

【図14】同上の鉄芯の斜視図

【図15】同上の鉄芯の製造におけるプレス装置による帯鋼加工状態を示す図

#### 【符号の説明】

14、15 打抜機構

16 押圧打抜機構

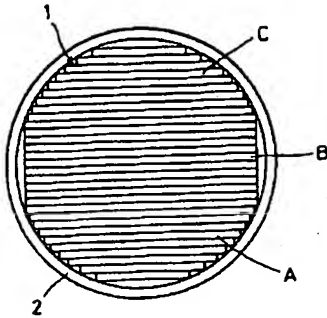
17 打抜押下機構

17d 突条

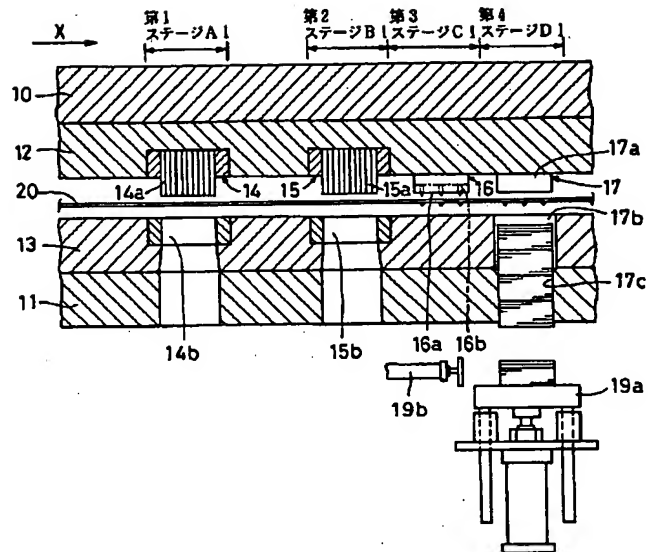
20 帯鋼

27 凹部

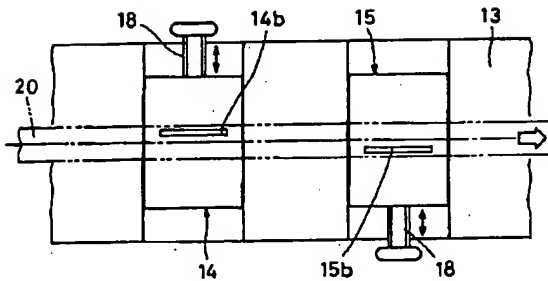
【図1】



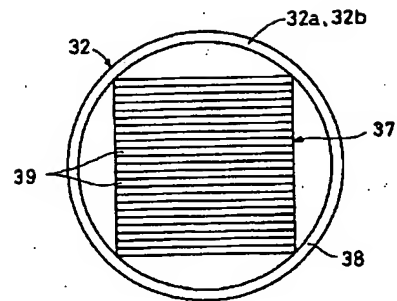
【図2】



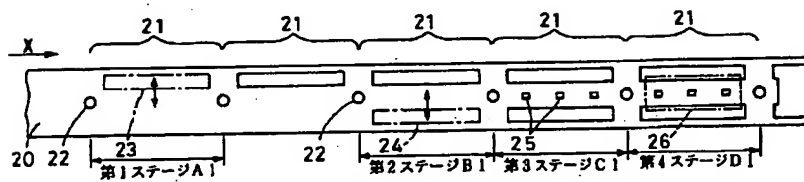
【図3】



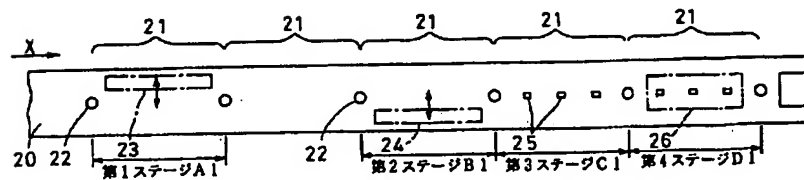
【図12】



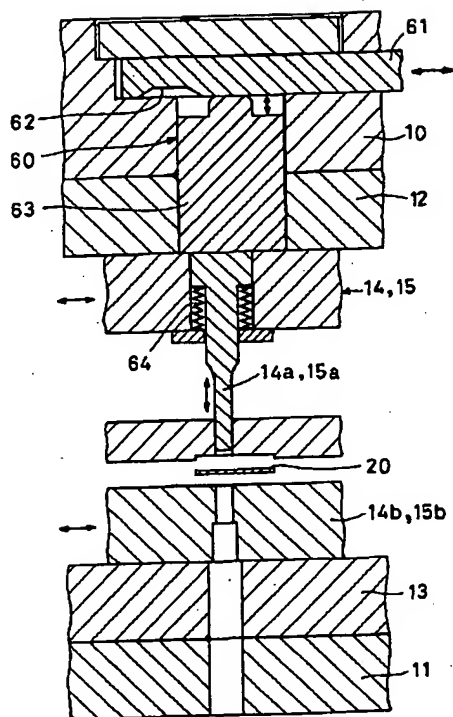
【図4】



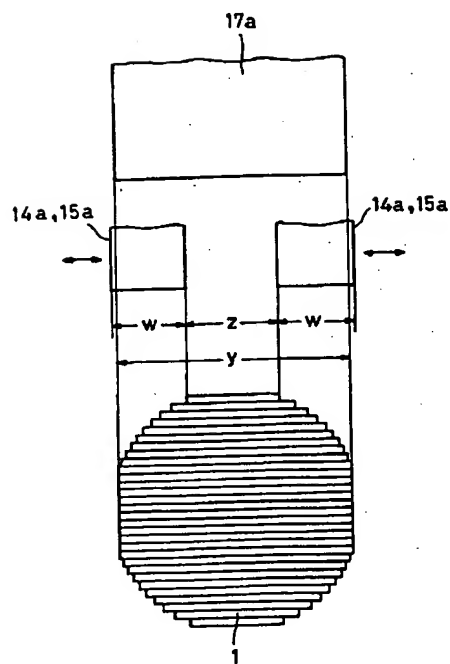
【図6】



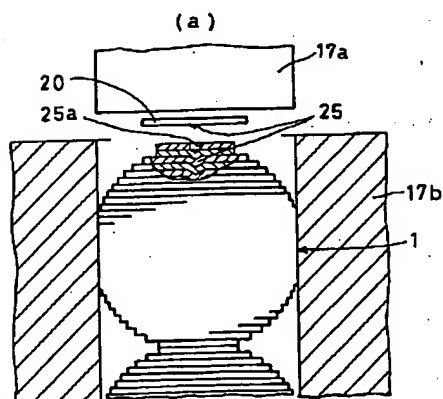
【図5】



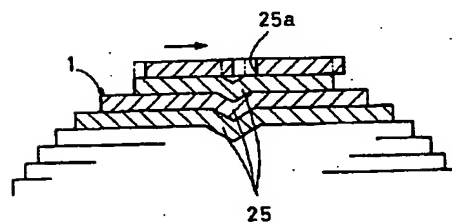
【図7】



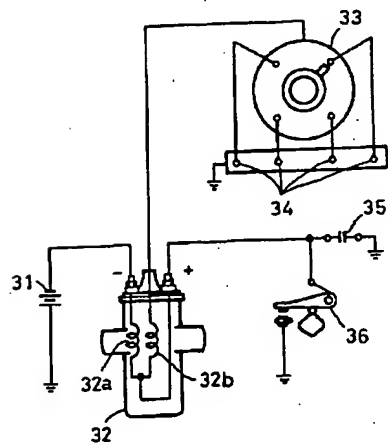
【図8】



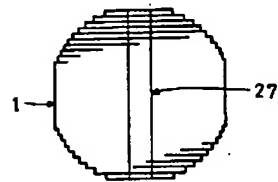
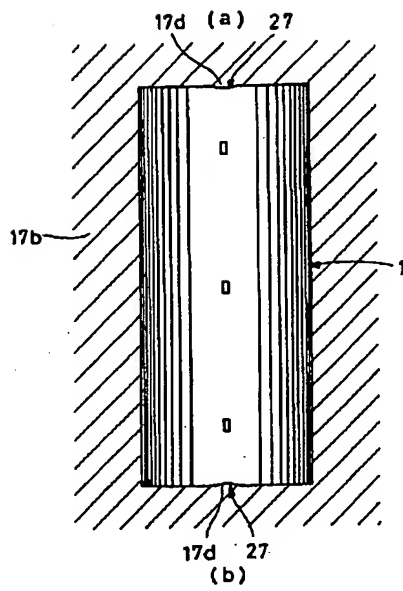
(b)



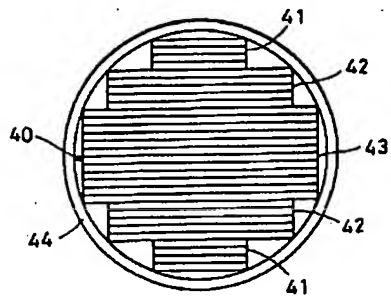
【図11】



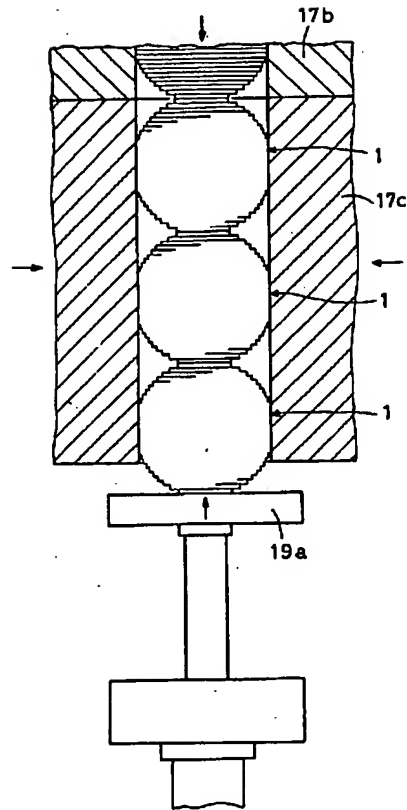
【図9】



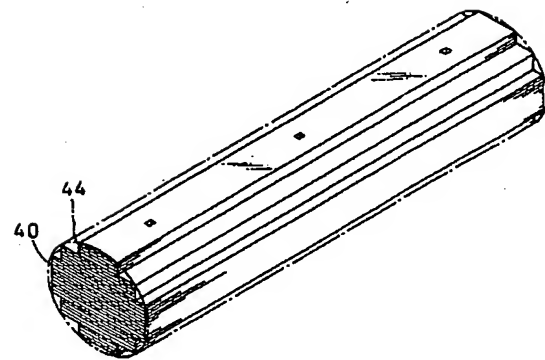
【図13】



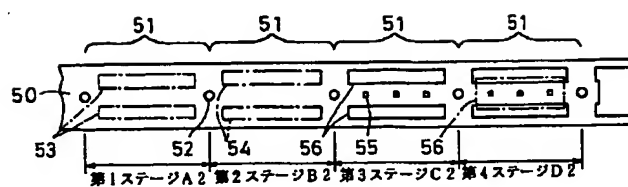
【図10】



【図14】



【図15】





- (19) Japan Patent Office (JP)
- (12) Unexamined Patent Publication (A)
- (11) Publication Number of Unexamined Patent Application  
10-163051
- (43) Publication Date  
June 19, 1998
- (51) International Patent Classification, 6<sup>th</sup> Edition  
H01F 41/02  
B21D 28/02

Identification number

FI	
H01F 41/02	B
B21D 28/02	D

Examination requested

Number of claims: 3      OL (total 7 pages)

- (21) Application Number      9-137017
- (22) Filing Date      May 27, 1997
- (31) Priority Application Number      8-260804
- (32) Priority Date      October 1, 1996
- (33) Priority Country      Japan
- (71) Applicant      391034466  
Hirohata Denjikou Center KK, 6-4 Irifune-cho, Shikama-ku, Himeji City,  
Hyogo Pref.
- (71) Applicant      596142649  
Yasukawa Seiki KK, 12-1 Ottemachi, Kokura Kita-ku, Kita Kyushu City,  
Fukuoka Pref.
- (72) Inventor      Kiyoshi Kuriyama, 116-27 Shimonoda, Shikama-ku, Himeji City
- (72) Inventor      Takayoshi Furuya, 268-2 Shimo Fukano, Chikujomachi, Chikugo-gun,  
Fukuoka Pref.
- (74) Agent      Bunji Kamata, Patent Attorney (and 2 others)

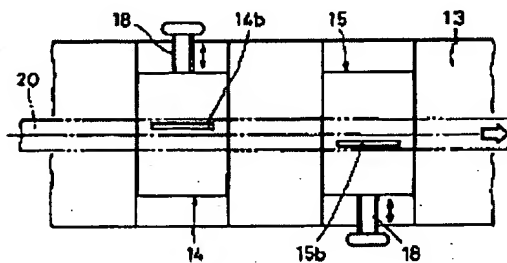
(54) [Title of Invention]

## MANUFACTURE OF IRON CORE FOR CYLINDRICAL COIL

(57) [Abstract]

[Objective] To improve the filling efficiency of an iron core inside of a cylindrical body.

[Means] In a method for manufacturing an iron core for a cylindrical coil by laminating multiple layers of single sheets formed by punching out a band steel 20 forwarded in one direction, a pair of punching devices 14 and 15, in creating the single sheets, punch out the facing side edges of the band steel 20 while approaching and separating successively in the direction of width. As the distance between the punching devices 14 and 15 increases or decreases, the width of the resulting single sheets changes, increasing the filling efficiency of the iron core in a cylindrical body without incorporating an additional stage in the press system.



[Claim(s)]

[Claim 1] A method for manufacturing an iron core for a cylindrical coil, specifically a method for manufacturing an iron core for a cylindrical coil by laminating multiple layers of single sheets formed by punching out a band steel forwarded in one direction, characterized in that a pair of punching devices, in creating the single sheets, punch out the facing side edges of the band steel while approaching and separating successively in the direction of width.

[Claim 2] A method for manufacturing an iron core for a cylindrical coil, specifically a method for manufacturing an iron core for a cylindrical coil by laminating multiple layers of single sheets formed by punching out a band steel forwarded in one direction, characterized in that a pair of punching devices, in creating the top and bottom portions of single sheets, punch out the facing side edges of the band steel while approaching and separating successively in the direction of width, and in creating the middle portion of single sheets, a downward punching device featuring a rectangular punch corresponding to the outer perimeter of the single sheet simultaneously punches out the entire perimeter.

[Claim 3] A method for manufacturing an iron core for a cylindrical coil according to Claim 1 or 2, characterized in that, with reference to the laminated single sheets, concaves developed on both edges of the single sheet are engaged with vertical projections in order to prevent positional shifts between the laminated single sheets.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Field of Application] The invention relates to a method for manufacturing an iron core for a cylindrical coil.

[0002]

[Prior Art] A typical ignition system for automobile engine, as Figure 11 shows, comprises a battery 31, transformer 32, distributor 33, spark plug 34, and breaker 36. The transformer 32

contains a primary coil 32a and secondary coil 32b, and one end of the primary coil 32a is connected to the battery 31, one end of the secondary coil 32b to the spark plug 34 through the distributor 33, and the other ends of both coils 32a and 32b to a condenser 35 and the breaker 36.

[0003] In this ignition system, when the breaker 36 is opened and closed, high voltage will be generated in the secondary 32b through the mutual induction between the coils 32a and 32b, and the resulting current will spark the spark plug 34.

[0004] The transformer 32, as Figure 12 shows, is a cylindrical body 38 with the primary coil 32a and secondary coil 32b wound around, with an iron core 37 inserted into the cylindrical body 38. The iron core 37 is composed of multiple layers of a single sheet 39 made of rectangular electromagnetic steel, and its cross section is approximately square.

[0005] Since the distributor 33 and the high voltage cable connecting the distributor 33 to the spark plug 34 in this ignition system are highly susceptible to failure, attempts have been made to directly connect the transformer to the spark plug, bypassing the other items.

[0006] In such attempts, it is necessary to increase the filling efficiency of the iron core inside of the cylindrical body to reduce the outer diameter of the transformer to the approximate size of the spark plug while maintaining the volume of the iron core.

[0007] To increase the filling efficiency, it is effective to create an iron core by laminating multiple layers of single sheets varying in width. Figures 13 and 14 show an example, where an iron core 40 inserted in a cylindrical body 44 is composed of 5 stacks of 3 different types of single sheets 41, 42, and 43. 1<sup>st</sup> and 5<sup>th</sup> stacks of the iron core 40 are made of 4 layers of the single sheet 41, 2<sup>nd</sup> and 4<sup>th</sup> stacks 5 layers of the single sheet 42, and the 3<sup>rd</sup> stack 12 layers of the single sheet 43.

[0008] A method for manufacturing the iron core 40 above will be described with reference to Figure 15. As the figure shows, a band steel 50, having guide holes 52 at equal intervals 51, is forwarded intermittently in the direction of X. A press system to machine the band steel 50 has a 1<sup>st</sup> stage A<sub>2</sub>, 2<sup>nd</sup> stage B<sub>2</sub>, 3<sup>rd</sup> stage C<sub>2</sub>, and 4<sup>th</sup> stage D<sub>2</sub> corresponding to the intervals 51.

[0009] The 1<sup>st</sup> stage A<sub>2</sub> punches a pair of rectangular areas 53 and 53 arranged widthwise on the band steel 50. The distance between the rectangular areas 53 and 53 equals the width of a single sheet 41 shown in Figure 13.

[0010] The 2<sup>nd</sup> stage B<sub>2</sub> punches a pair of rectangular areas 54 and 54 arranged widthwise on the band steel 50. The distance between the rectangular areas 54 and 54 equals the width of a single sheet 42 shown in Figure 13.

[0011] The 3<sup>rd</sup> stage C<sub>2</sub> creates projections 55 by pressing the band steel 50 from the surface, and punches out a through hole (not shown in the figure) only at the initial machining of each iron core 40.

[0012] The 4<sup>th</sup> stage D<sub>2</sub> punches out a rectangular area 56 between the facing rectangular areas 53 and 53 or 54 and 54, and presses down the resulting single sheets 41, 42, and 43, engaging projections 55 to integrate into the sheets. The rectangular area 56 equals the single sheet 43 shown in Figure 13.

[0013] In manufacturing the iron core 40, the press system repeats the machining process at the 1<sup>st</sup> stage A<sub>2</sub>, 3<sup>rd</sup> stage C<sub>2</sub>, and 4<sup>th</sup> stage D<sub>2</sub> to create the 1<sup>st</sup> stack. Next, the system repeats the machining process at the 2<sup>nd</sup> stage B<sub>2</sub>, 3<sup>rd</sup> stage C<sub>2</sub>, and 4<sup>th</sup> stage D<sub>2</sub> to create the 2<sup>nd</sup> stack. Then, the system repeats the machining process at the 3<sup>rd</sup> stage C<sub>2</sub> and 4<sup>th</sup> stage D<sub>2</sub> to create the 3<sup>rd</sup> stack. The system creates the 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> stacks in the same manner as the 2<sup>nd</sup> and 1<sup>st</sup> stacks respectively, completing the iron core 40. The iron core 40 is separated by the through hole.

[0014]

[Problems to be Solved by the Invention] In the conventional system above, however, the filling efficiency is 84% at most; any attempt to increase the number of layers in the iron core 40 to enhance the filling efficiency requires an additional stage to punch holes, increasing the size of the press system and complicating the control system.

[0015] The invention intends to offer a method of manufacturing an iron core designed to increase the filling efficiency of an iron core inside of an cylindrical body around which a coil is wound.

[0016]

[Means to Solve the Problems] To solve the problem above, the invention is a method for manufacturing an iron core for a cylindrical coil by laminating multiple layers of single sheets formed by punching out a band steel forwarded in one direction, characterized in that a pair of punching devices, in creating the single sheets, punch out the facing side edges of the band steel while approaching and separating successively in the direction of width.

[0017] In this manufacturing method, as the distance between the punching devices increases or decreases, the width of the resulting single sheets changes, increasing the filling efficiency of the iron core in a cylindrical body without incorporating an additional stage in the press system.

[0018]

[Working Examples of the Invention] Figure 1 shows a cross section of a cylindrical coil manufactured by a method according to the invention. In this cylindrical coil, an iron core 1, inserted into a cylindrical body 2, consists of a bottom portion A, mid portion B, and top portion C, each of which is made of multiple layers of single sheets. The top portion C and bottom portion A are incrementally narrower from their boundaries with the middle portion B. In this case, the inner diameter of the cylindrical body 2 is 9.7 mm, and the iron core 1 is made of 30 layers of single sheets 0.3 mm thick.

[0019] Figures 2 to 4 illustrate a press system to manufacture the iron core 1. This press system has a base 11 under an elevator frame 10, a punch plate 12 at the bottom of the elevator frame 10, and a die plate 13 on the top of the base 11.

[0020] The press system also has a 1<sup>st</sup> stage A1, 2<sup>nd</sup> stage B1, 3<sup>rd</sup> stage C1, and 4<sup>th</sup> stage D1 corresponding to intervals 21 of a band steel 20; and the 1<sup>st</sup> stage A1 and 2<sup>nd</sup> stage B1 have punching devices 14 and 15, the 3<sup>rd</sup> stage C1 an upward punching device 16, and the 4<sup>th</sup> stage D1 a downward punching device 17.

[0021] The punching device 14 is composed of a punch 14a and die 14b, which are movable widthwise of the band steel 20 by a ball screw 18 between the punch plate 12 and die plate 13. The punching device 14 punches out a rectangular area 23 as the elevator frame 10 moves down.

[0022] The punching device 15 is composed of a punch 15a and die 15b, which are movable widthwise of the band steel 20 in the same fashion as the punching device 14. The punching device 15 punches out a rectangular area 24 as the elevator frame 10 moves down.

[0023] The punching devices 14 and 15 may be driven by any of the servo motor, hydraulic pressure, and cam systems as long as they are correctly moved to a certain position while no load is applied to the top dead center of the elevator frame 10.

[0024] The upward punching device 16 has punches 16a and 16b, and controls the protrusion of the punch 16b from the punch 16a. When the elevator frame 10 is moved down while the protrusion of the punch 16b is reduced, the band steel 20 will be pressed from the surface, developing projections 25; when the elevator frame 10 is moved down with the punch 16b fully protruded, the band steel 20 will be punched out, developing a through hole 25a (see Figure 8). This through hole is punched only at the initial machining of each iron core 1.

[0025] The downward punching device 17 has a punch 17a, die 17b, and retainer ring 17c, and punches a rectangular area 26 while pressing down the single sheet developed by that punching to engage projections 25 to integrate them into the sheet. At the bottom of the downward punching device 17 are a receptacle 19 and feeder 19b for the iron core.

[0026] To manufacture the iron core 1 in the press system thus designed, guide holes 22 are created for each interval 21 on the band steel 20 in advance, and while forwarding the band steel 20 in the direction of X intermittently, the system repeats the machining operation at the 1<sup>st</sup> stage A1 or 4<sup>th</sup> stage D1 by successively separating the punching devices 14 and 15 from the center line of the band steel 20 at each process step, developing the bottom portion A.

[0027] Next, while maintaining the punching devices 14 and 15 at their maximum width, the system repeats the machining operation at the 1<sup>st</sup> stage A1 or 4<sup>th</sup> stage D1, developing the middle portion B.

[0028] Then, the system repeats the machining operation at the 1<sup>st</sup> stage A1 or 4<sup>th</sup> stage D1 by successively approaching the punching devices 14 and 15 from the edges of the band steel 20, developing the top portion C to complete the iron core 1.

[0029] The completed iron core 1 is separated by the through hole 25a, slid through the retainer ring 17c, and received in order from the bottom by the receptacle 19a. When the iron core 1 on the receptacle 19a slides out of the retainer ring 17c, the receptacle 19a will move down, and the feeder 19b will discharge the iron core 1.

[0030] The punching devices 14 and 15 may have an elevator 60 for the punches 14a and 15a, as Figure 5 shows. This elevator 60 has a concave 62 at the bottom of a slider 61 of the elevator frame 10 and an elevator body 63 between the punches 14a and 15a and the slider 61; applying a lifting power to the punches 14a and 15a by a spring 64, the elevator engages the top of the elevator body 63 with the concave 62 to lift up and down the punches 14a and 15a as the slider 61 slides. The top of the punches 14a and 15a are attached to the bottom of the elevator body 63 so that they will not dislodge when the punching devices 14 and 15 move.

[0031] The press system incorporating these punching devices 14 and 15, in developing the middle portion B, lifts the punches 14a and 15b by the elevator 60 to avoid the rectangular areas 23 and 24 from being punched out, and, as Figure 6 shows, only repeats the machining operation at the 3<sup>rd</sup> stage C1 and 4<sup>th</sup> stage D1 without accomplishing the machining steps at the 1<sup>st</sup> stage A1 and 2<sup>nd</sup> stage B1.

[0032] The above process, designed to create a single sheet with the maximum width without punching out the rectangular areas 23 and 24, allows the system to use the narrower band steel 20 than the press system without the elevator 60 for the punching devices 14 and 15. This reduces scraps, enhancing the yield.



[0033] The punches 14a, 15a, and 17a may also use a narrower band steel; however, as Figure 7 shows, the width  $w$  of the punches 14a and 15a needs to be  $w > (y - z) / 2 + 0.1$  mm, where  $y$  and  $z$  designate maximum and minimum widths of the single sheet of the iron core 1, in order to avoid burr from developing on the outer edges of the rectangular areas 23 and 24 punched out by the punch 17a.

[0034] As Figure 8 shows, in the downward punching device 17, the single sheet smallest in width on top of the completed iron core 1 is not latched to the iron core 1 due to the through hole 25a. As a result, this single sheet may shift its position horizontally by the time the next single sheet having projections 25 is pushed down. To prevent this, as Figure 9 shows, concaves 27 are created at both edges of the single sheet to engage the concaves 27 with vertical projections 17d developed on the die 17b. The concaves 27 should be 0.03 mm or more deep to prevent the magnetizing power from deteriorating.

[0035] Furthermore, as Figure 10 shows, while the receptacle 19a supports the iron core 1 by the vertical pressure from the bottom, when the receptacle 19a moves down, the holding power of the iron core 1 at the retainer ring 17c may deteriorate, disengaging the projections 25. Or, when the punch 17a moves up, the iron core 1 may float due to the pushing power of the receptacle 19a. To prevent these problems, the retainer ring 17c is reduced in width to a level slightly smaller than the maximum width of the iron core 1 so that the middle portion B contacts the inner walls of the retainer ring 17c, and the iron core 1 is secured by applying a side pressure to the iron core 1 to prevent the projections 25 from dislodging and the iron core 1 from floating. The laminating thickness of the middle portion B needs to be 2.0 mm or more to prevent the side pressure from bending the single sheets with the maximum width.

[0036] The iron core 1 thus manufactured features a filling efficiency of approximately 93% against the inner area of the cylindrical body 2.

[0037] Furthermore, when multiple punches 14a and 15a as well as dies 14b and 15b are arranged on the punching devices 14 and 15 in the direction of the width of the band steel 20, this manufacturing method will easily support punching of multiple arrays.

[0038] While the working examples above discussed a method to integrate laminated single sheets by pressing to engage projections, other integrating methods may be used, including welding and adhesion.

[0039]

[Effect of the Invention] The invention is, as described above, a method for manufacturing an iron core for a cylindrical coil, specifically a method for manufacturing an iron core for a cylindrical coil by laminating multiple layers of single sheets formed by punching out a band steel forwarded in one direction, characterized in that a pair of punching devices, in creating the single sheets, punch out the facing side edges of the band steel while approaching and separating successively in the direction of width.

[0040] The invention is also characterized in that a pair of punching devices, in creating the top and bottom portions of single sheets, punch out the facing side edges of the band steel while approaching and separating successively in the direction of width, and in creating the middle portion of single sheets, a downward punching device featuring a rectangular punch corresponding to the periphery of the single sheet simultaneously punches out the entire rim, thereby enabling use of a narrower band steel than the movable punching device to punch all single sheets, enhancing the yield.

[Brief Description of Figure(s)]

[Figure 1] A cross section of a cylindrical coil manufactured by a method according to the invention

[Figure 2] A front schematic view of a press system used in the manufacturing method above

[Figure 3] A top view of a punching device of the above on the die side

[Figure 4] A diagram illustrating the band steel machining process in the press system above

[Figure 5] A cross section of the punching device above showing another side

[Figure 6] A diagram illustrating machining of single sheets in the middle portion using the punching device above

[Figure 7] An illustration of the punch width of the above

[Figure 8]

(a) A side view of laminated single sheets at the downward punching device of the above

(b) A magnified view of a part of the above showing misaligned single sheets

[Figure 9]

(a) A top view of a single sheet having concaves

(b) A side view of the above

[Figure 10] A side view of a retainer ring securing an iron core

[Figure 11] A schematic view of an ignition system for automobile engine

[Figure 12] A cross section showing an example of a conventional cylindrical coil

[Figure 13] A cross section showing another example of a conventional cylindrical coil

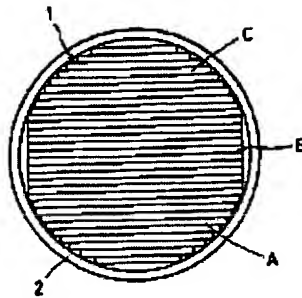
[Figure 14] An oblique view of an iron core of the above

[Figure 15] A diagram illustrating the band steel machining by a press system in manufacturing the iron core above

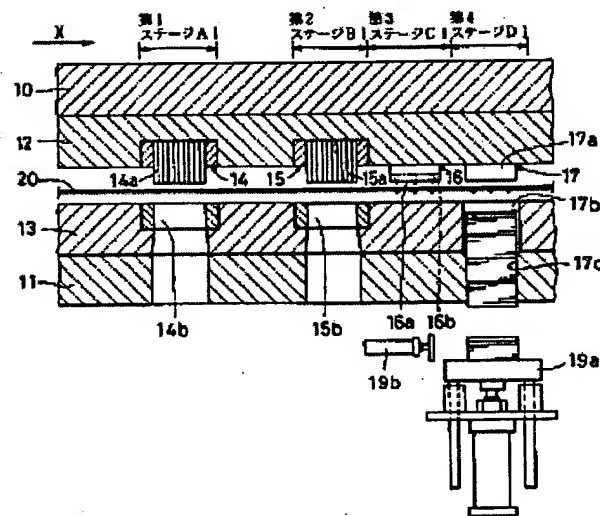
[Description of Symbols]

14, 15	Punching devices
16	Upward punching device
17	Downward punching device
17d	Projection
20	Band steel
27	Concave

[Figure 1]



[Figure 2]



Key to figure 2:

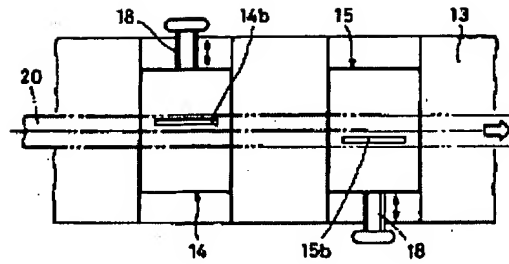
1<sup>st</sup> stage A1

2<sup>nd</sup> stage B1

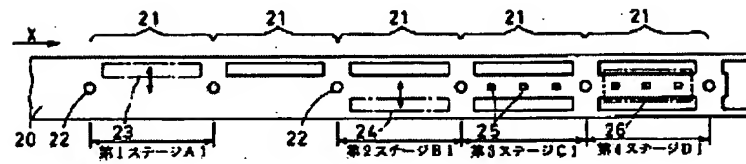
3<sup>rd</sup> stage C1

4<sup>th</sup> stage D1

[Figure 3]



[Figure 4]



Key to figure 4:

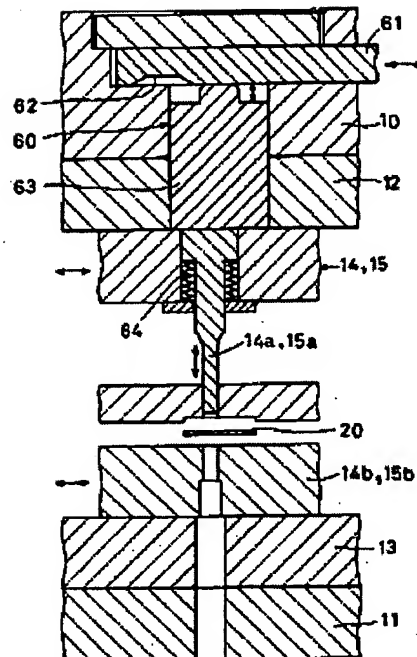
1<sup>st</sup> stage A1

2<sup>nd</sup> stage B1

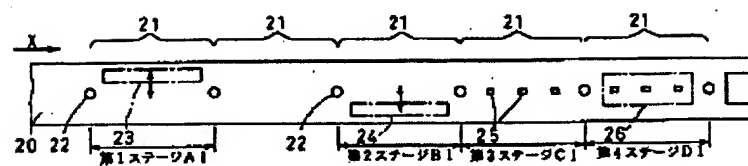
3<sup>rd</sup> stage C1

4<sup>th</sup> stage D1

[Figure 5]



[Figure 6]



**Key to figure 6:**

**1<sup>st</sup> stage A1**

2<sup>nd</sup> stage B1

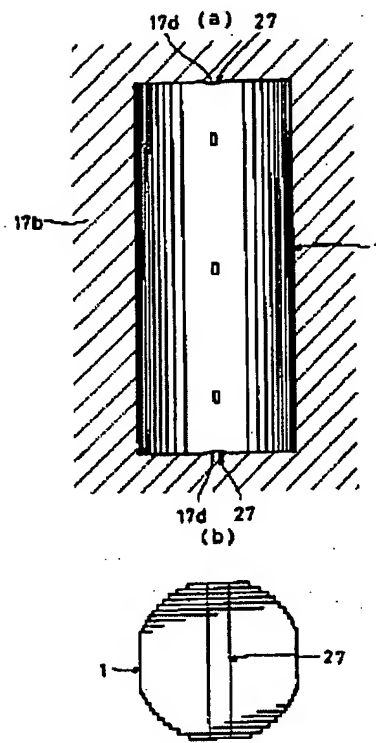
3<sup>rd</sup> stage C1

#### 4<sup>th</sup> stage D1

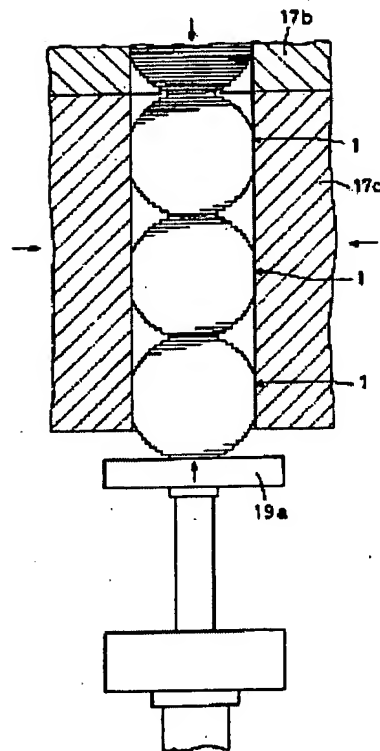




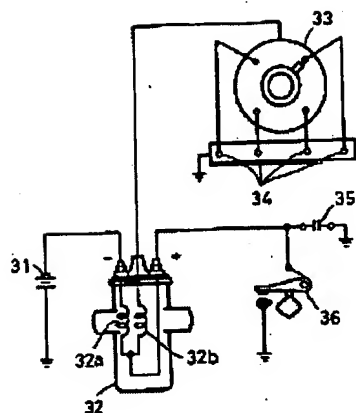
[Figure 9]



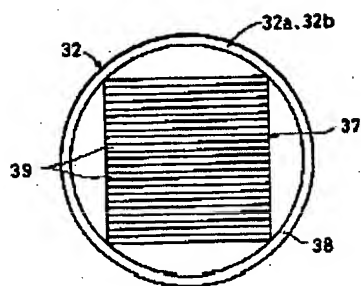
[Figure 10]



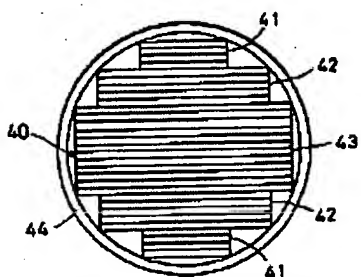
[Figure 11]



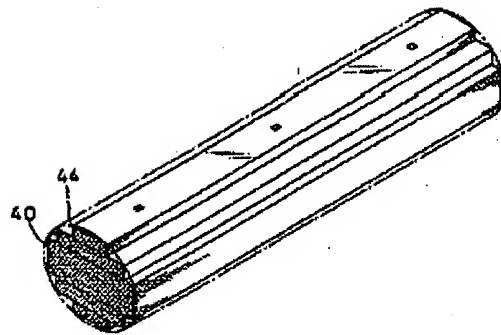
[Figure 12]



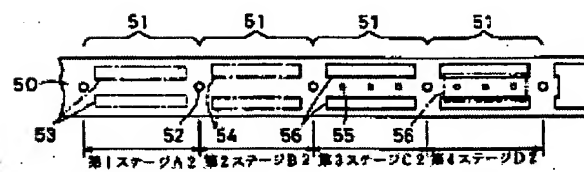
[Figure 13]



[Figure 14]



[Figure 15]



Key to Figure 15:

1<sup>st</sup> stage A1

2<sup>nd</sup> stage B1

3<sup>rd</sup> stage C1

4<sup>th</sup> stage D1